

Распознавание искусственным интеллектом

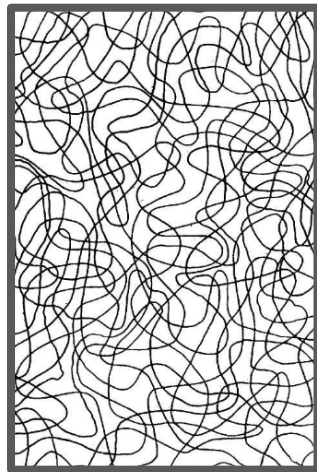
Агенда курса

1. Распознавание как статистическая классификация
2. Перцептрон и нейронные сети
3. SVM: метод опорных векторов

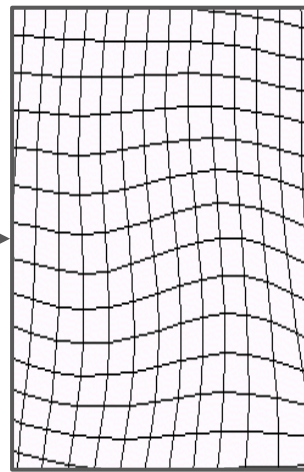
**Распознавание как статистическая
классификация**

Распознавание

Данные



Признаки (Features)

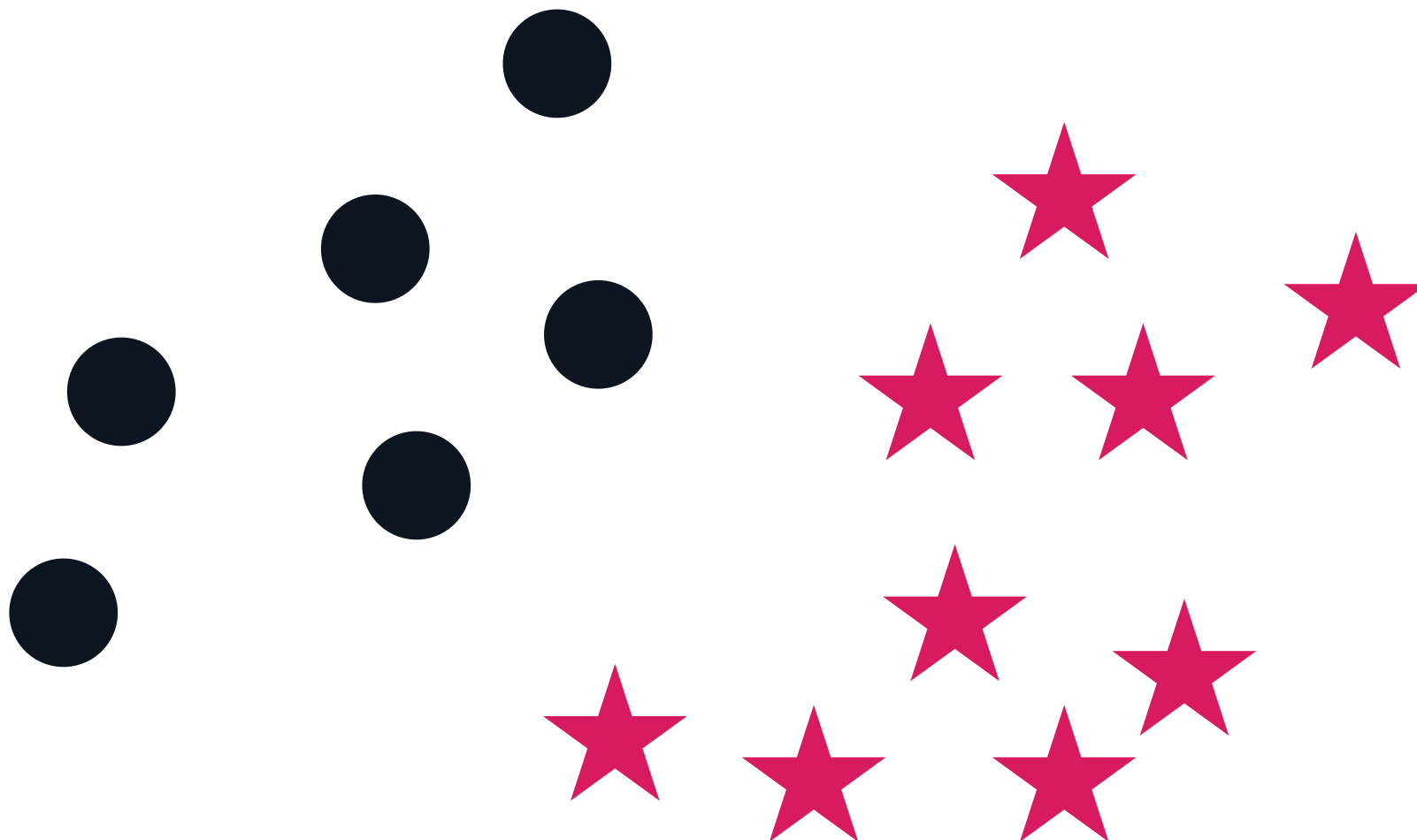


41

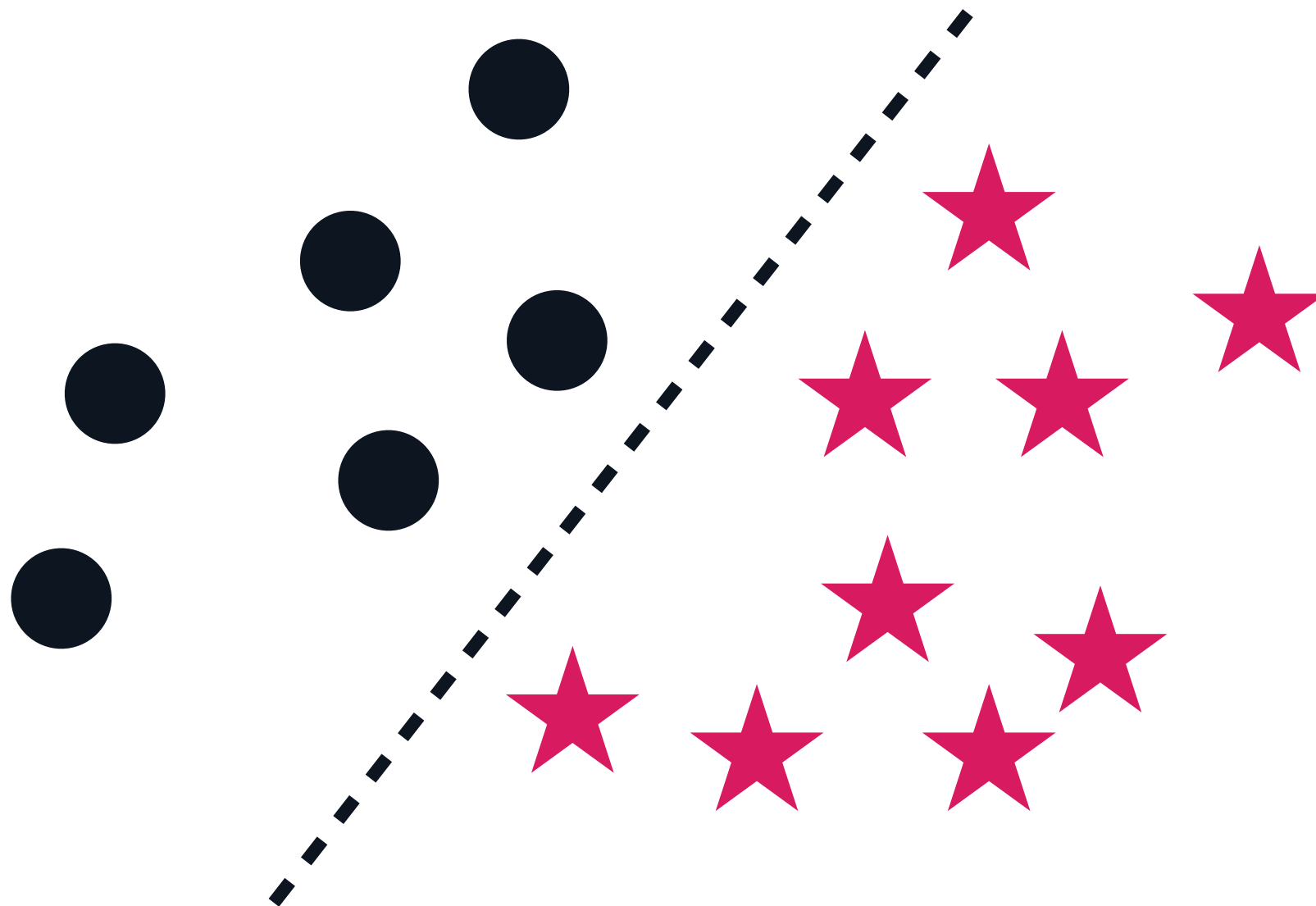
42

43

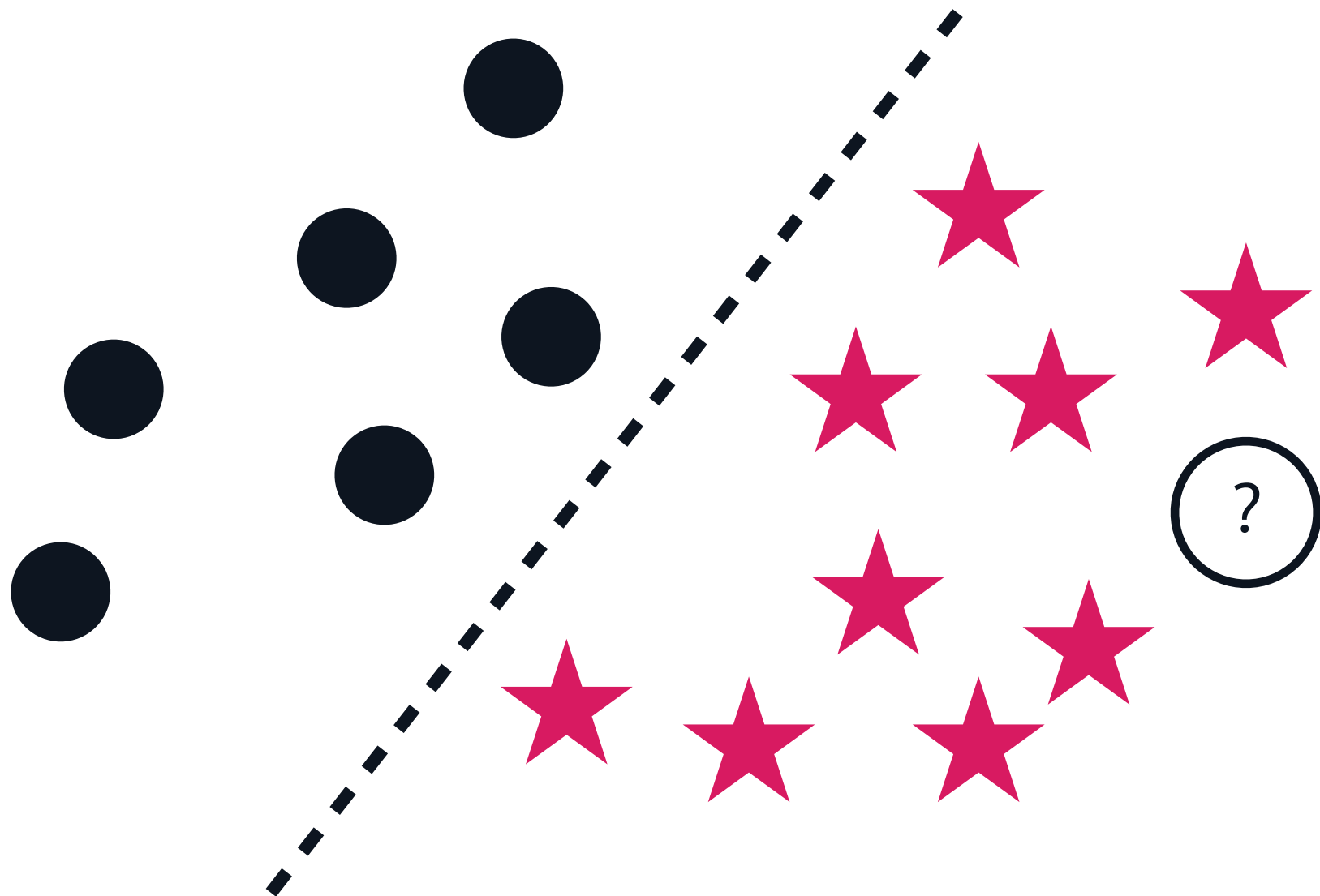
Распознавание



Распознавание



Распознавание



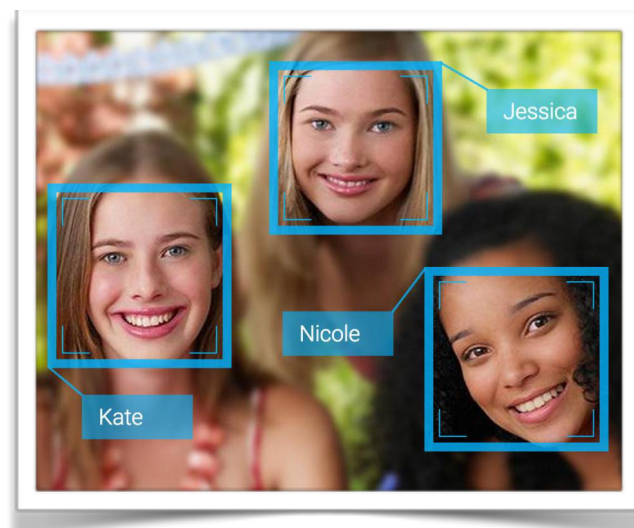
Распознавание

В машинное обучение

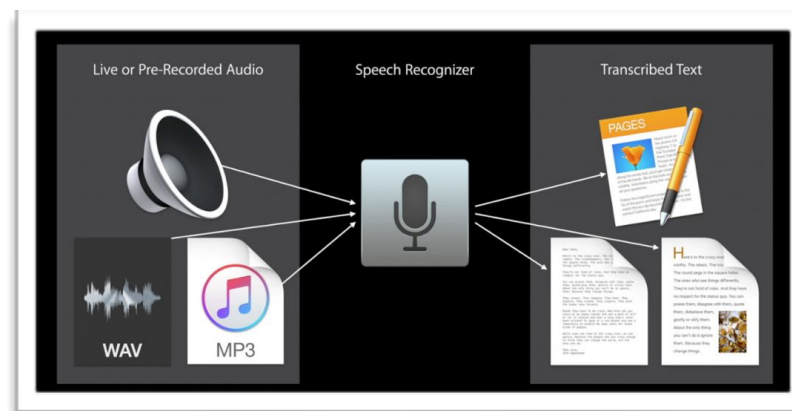
- обучение с учителем (классификация)
- кластеризация



Распознавание



Изображения

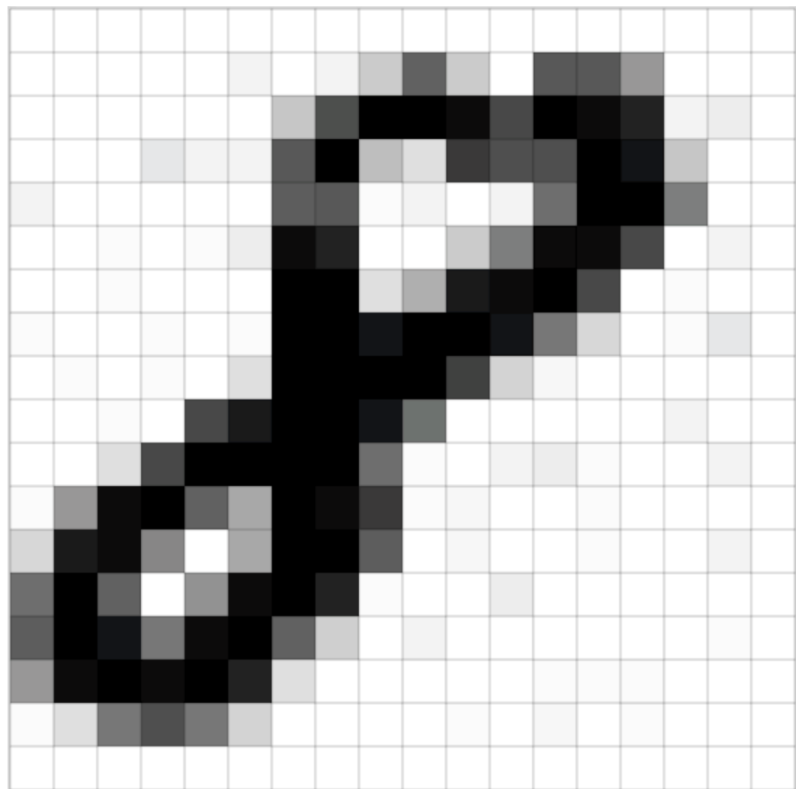


Звук



Произвольные данные

Распознавание



0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	12	0	11	39	137	37	0	152	147	84	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	41	160	250	255	235	162	255	238	206	11	13	0	0	0
0	0	0	16	9	9	150	251	45	21	184	159	154	255	233	40	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	145	146	3	10	0	11	124	253	255	107	0	0	0	0
0	0	3	0	4	15	236	216	0	0	38	109	247	240	169	0	11	0	0	0
1	0	2	0	0	0	253	253	23	62	224	241	255	164	0	5	0	0	0	0
6	0	0	4	0	3	252	250	228	255	255	234	112	28	0	2	17	0	0	0
0	2	1	4	0	21	255	253	251	255	172	31	8	0	1	0	0	0	0	0
0	0	4	0	163	225	251	255	229	120	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0
0	0	21	162	255	255	254	255	126	6	0	10	14	6	0	0	9	0	0	0
3	79	242	255	141	66	255	245	189	7	8	0	0	5	0	0	0	0	0	0
26	221	237	98	0	67	251	255	144	0	8	0	0	7	0	0	11	0	0	0
125	255	141	0	87	244	255	208	3	0	0	13	0	1	0	1	0	0	0	0
145	248	228	116	235	255	141	34	0	11	0	1	0	0	0	1	3	0	0	0
85	237	253	246	255	210	21	1	0	1	0	0	6	2	4	0	0	0	0	0
6	23	112	157	114	32	0	0	0	0	2	0	8	0	7	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Изображения

Распознавание

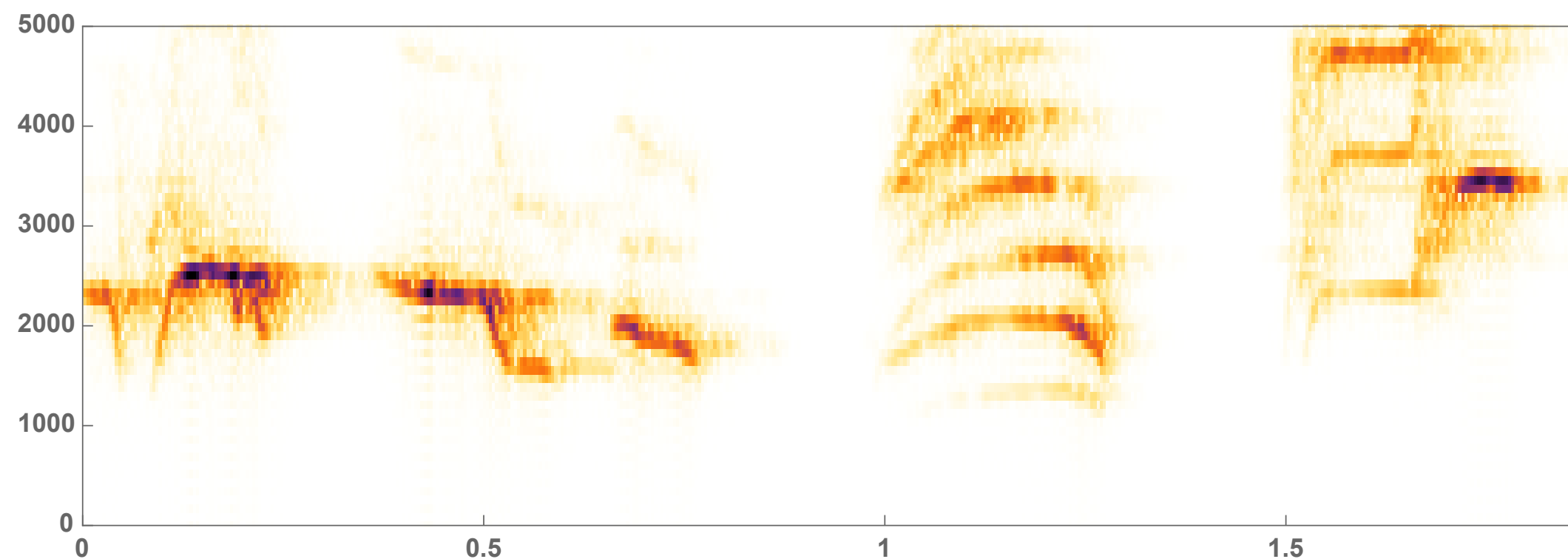


=

```
[0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 12, 0, 11, 39, 137, 37, 0, 152, 147, 84, 0, 0, 0, 0,
0, 1, 0, 0, 0, 41, 160, 250, 255, 235, 162, 255, 238, 206, 11, 13, 0, 0, 0, 0, 16, 9, 9, 150, 251, 45, 21, 184, 159, 154, 2
55, 233, 40, 0, 0, 10, 0, 0, 0, 0, 0, 145, 146, 3, 10, 0, 11, 124, 253, 255, 107, 0, 0, 0, 0, 3, 0, 4, 15, 236, 216, 0, 0,
38, 109, 247, 240, 169, 0, 11, 0, 1, 0, 2, 0, 0, 0, 253, 253, 23, 62, 224, 241, 255, 164, 0, 5, 0, 0, 6, 0, 0, 4, 0, 3, 252
, 250, 228, 255, 255, 234, 112, 28, 0, 2, 17, 0, 0, 2, 1, 4, 0, 21, 255, 253, 251, 255, 172, 31, 8, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 4,
0, 163, 225, 251, 255, 229, 120, 0, 0, 0, 0, 0, 11, 0, 0, 0, 0, 21, 162, 255, 255, 254, 255, 126, 6, 0, 10, 14, 6, 0, 0, 9
, 0, 3, 79, 242, 255, 141, 66, 255, 245, 189, 7, 8, 0, 0, 5, 0, 0, 0, 0, 26, 221, 237, 98, 0, 67, 251, 255, 144, 0, 8, 0, 0
, 7, 0, 0, 11, 0, 125, 255, 141, 0, 87, 244, 255, 208, 3, 0, 0, 13, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 145, 248, 228, 116, 235, 255, 141, 34
, 0, 11, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 3, 0, 85, 237, 253, 246, 255, 210, 21, 1, 0, 1, 0, 0, 6, 2, 4, 0, 0, 0, 6, 23, 112, 157, 114, 32
, 0, 0, 0, 0, 2, 0, 8, 0, 7, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]
```

Изображения

Распознавание



Спектрограмма: звук как картинка

Линейный перцептрон Розенблатта

Линейный перцептрон Розенблатта

Psychological Review
Vol. 65, No. 6, 1958

THE PERCEPTRON: A PROBABILISTIC MODEL FOR INFORMATION STORAGE AND ORGANIZATION IN THE BRAIN¹

F. ROSENBLATT

Cornell Aeronautical Laboratory

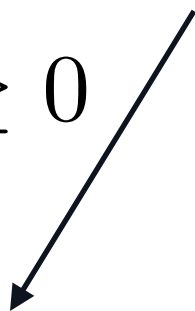
If we are eventually to understand the capability of higher organisms for perceptual recognition, generalization, recall, and thinking, we must first have answers to three fundamental questions:

and the stored pattern. According to this hypothesis, if one understood the code or "wiring diagram" of the nervous system, one should, in principle, be able to discover exactly what an organism remembers by reconstruct-

Математическое описание

$$y = \text{sign} \left[\omega_0 + \sum_{i=1}^n \omega_i x_i \right]$$

≥ 0



Класс 1

< 0



Класс 2

Математическое описание

$$y = \text{sign} \left[\omega_0 + \sum_{i=1}^n \omega_i x_i \right]$$

ω — вес признака

x — значение признака

Математическое описание

$$y = \text{sign} \left[\sum_{i=0}^n \omega_i x_i \right]$$

$$\vec{x} = (1, x_0, x_1, \dots)$$

Удобная замена

Математическое описание

$$y = \text{sign}(\vec{\omega}, \vec{x})$$

Скалярное произведение

$$\vec{x} = (1, x_0, x_1, \dots)$$

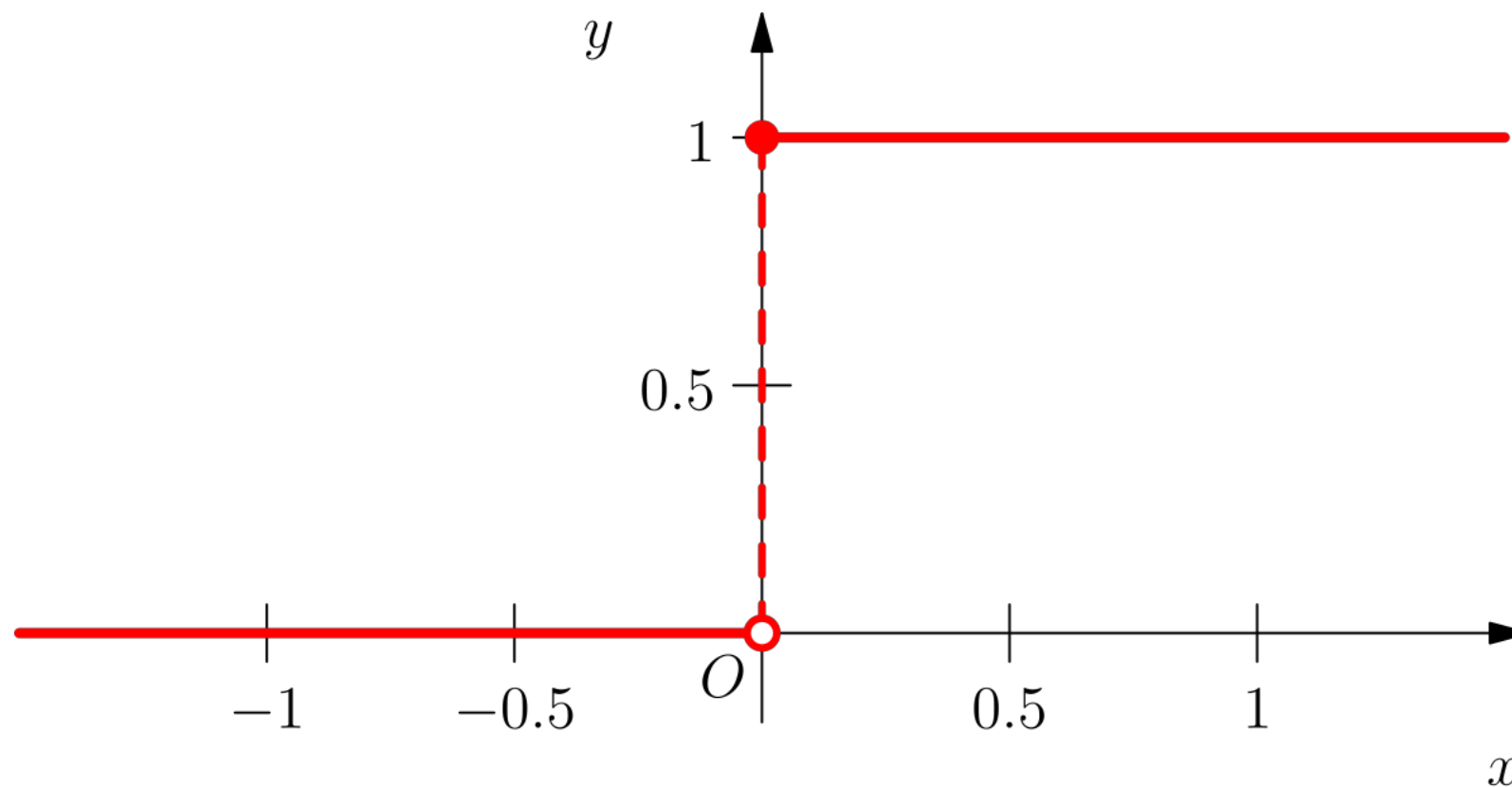
Математическое описание

$$y = \text{sign} [\vec{\omega}^T \vec{x}]$$

Матричное произведение

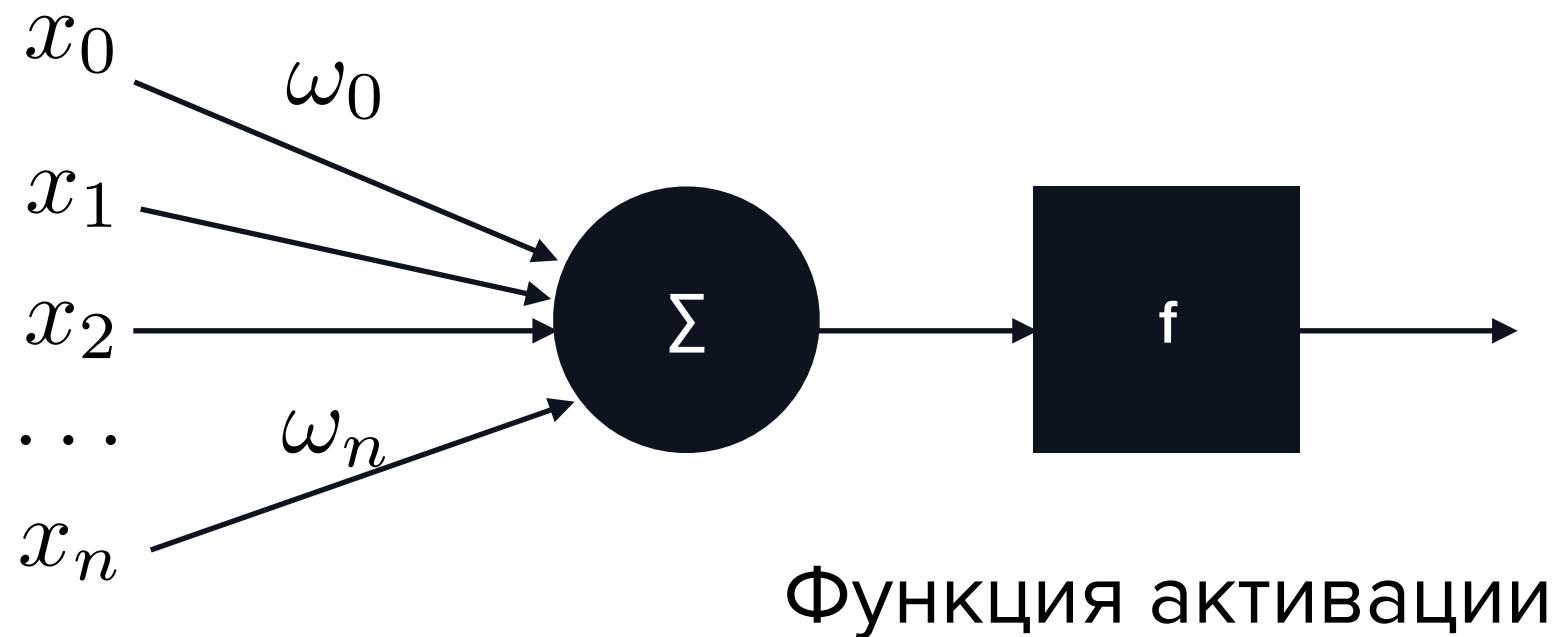
$$\vec{x} = (1, x_0, x_1, \dots)$$

Математическое описание



Функция Хевисайда
(«жёсткая ступенька»)

Граф вычислений перцептрона



Обучение перцептрона

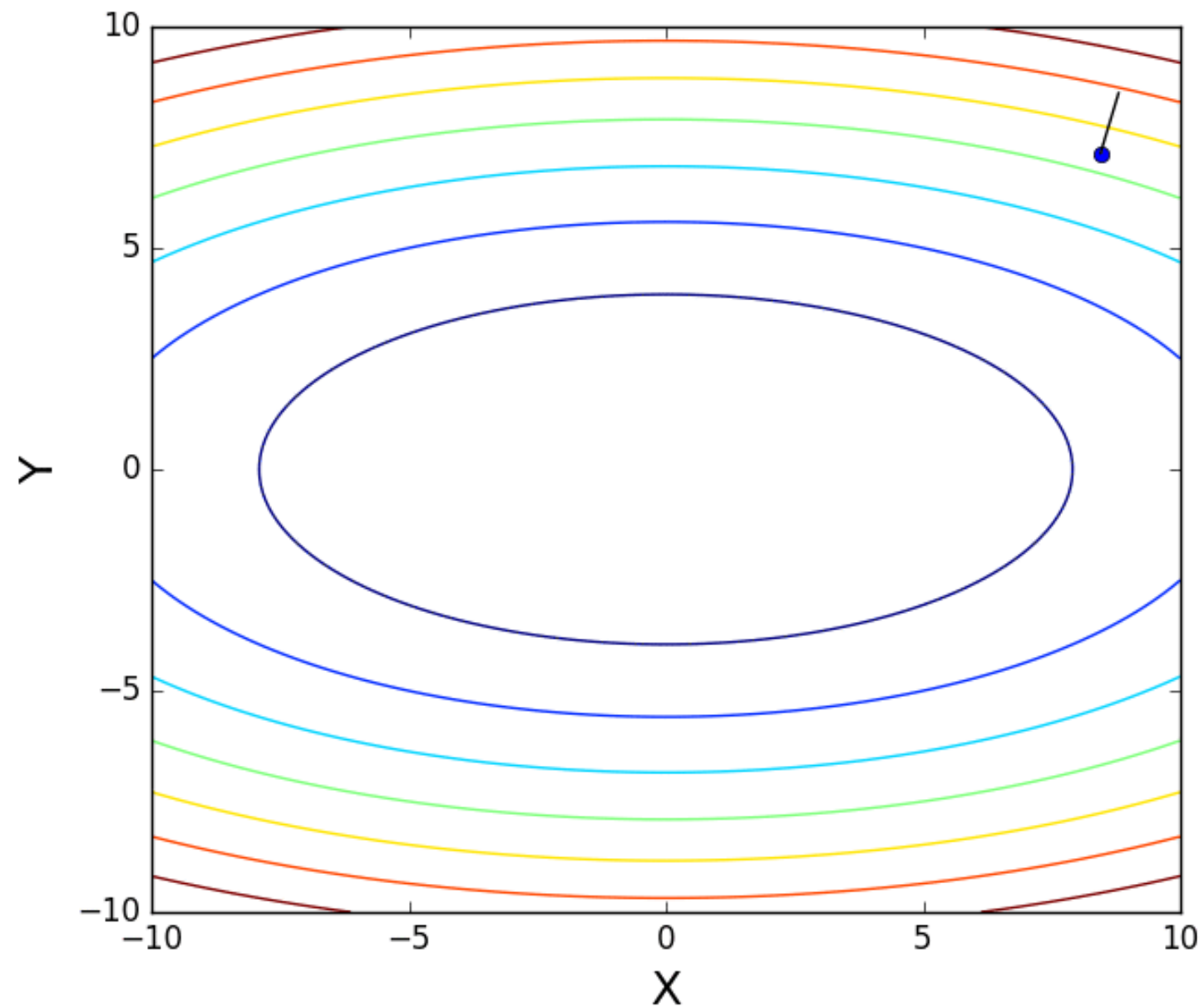
$$E_p(\vec{\omega}) = - \sum_{\vec{x} \in \mathcal{M}} y(\vec{x}) \vec{\omega} \vec{x}$$

Функция ошибки
(«Критерий перцептрона»)

Обучение перцептрона

Задача — минимизировать ошибку

Градиентный спуск: минимизация ошибки



Градиентный спуск: минимизация ошибки

$$\vec{\omega}^{(\tau+1)} = \vec{\omega}^{(\tau)} - \eta \nabla_{\vec{\omega}} E_p(\vec{\omega})$$

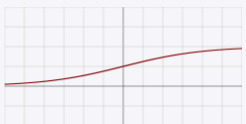
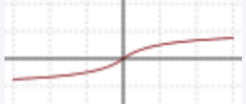
η — скорость обучения

Градиентный спуск: минимизация ошибки

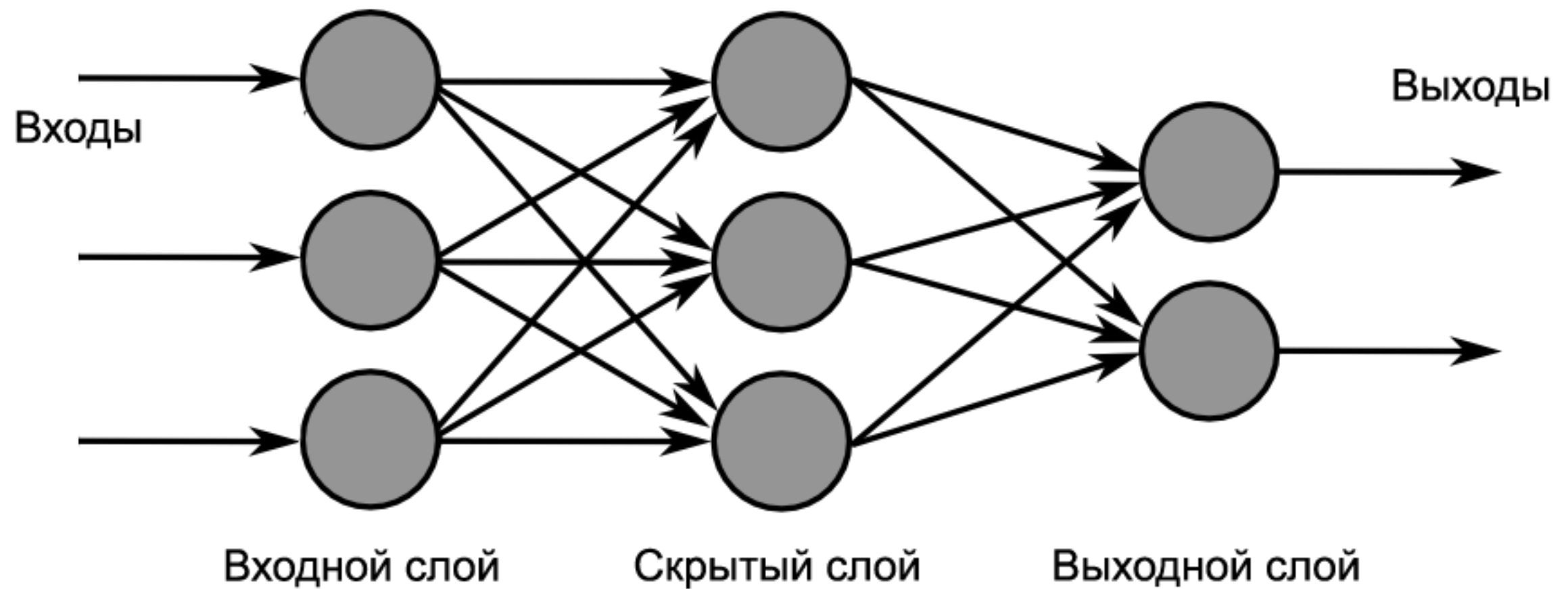
$$\vec{\omega}^{(\tau+1)} = \vec{\omega}^{(\tau)} + \eta y(\vec{x})_n \vec{x}_n$$

Правило обучения перцептрона

Обобщение: функции активации

Название	График	Уравнение	Производная (по x)	Область значений
Тождественная		$f(x) = x$	$f'(x) = 1$	$(-\infty, \infty)$
Единичная ступенька		$f(x) = \begin{cases} 0 & x < 0 \\ 1 & x \geq 0 \end{cases}$	$f'(x) = \begin{cases} 0 & x \neq 0 \\ ? & x = 0 \end{cases}$	$\{0, 1\}$
Логистическая (сигмоида или Гладкая ступенька)		$f(x) = \sigma(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$ ^[1]	$f'(x) = f(x)(1 - f(x))$	$(0, 1)$
th		$f(x) = \text{th}(x) = \frac{(e^x - e^{-x})}{(e^x + e^{-x})}$	$f'(x) = 1 - f(x)^2$	$(-1, 1)$
arctg		$f(x) = \text{tg}^{-1}(x)$	$f'(x) = \frac{1}{x^2 + 1}$	$(-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2})$
Softsign ^{[9][10]}		$f(x) = \frac{x}{1 + x }$	$f'(x) = \frac{1}{(1 + x)^2}$	$(-1, 1)$

Обобщение: нейронные сети



WeChat

